

PABRIK ACETALDEHYDE DARI ETHYLENE

DENGAN PROSES OKSIDASI 1 TAHAP

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

WAWAN SAHARUDI

053101 0049

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2011**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Acetaldehyde Dari Ethylene Dengan Proses Oksidasi 1 tahap”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjanaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Acetaldehyde Dari Ethylene Dengan Proses Oksidasi 1 tahap” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Sani, MT
selaku dosen pembimbing.
4. Dosen Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , Februari 2011

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik acetaldehyde ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dalam bentuk liquid. Pabrik beroperasi secara kontinyu berjalan selama 24 jam tiap hari dan 330 hari kerja dalam setahun.

Produk acetaldehyde pada umumnya digunakan secara internal oleh pabrik-pabrik sebagai bahan perantara yang sangat terkenal sebagai bahan pembentuk senyawa kimia organik lainnya. Penentuan distribusi acetaldehyde sangat sulit karena banyaknya konsumsi senyawa ini sebagai produk yang digunakan pada pembuatan senyawa lainnya. Secara singkat, uraian proses dari pabrik acetaldehyde sebagai berikut :

Pertama-tama gas ethylene dioksidasi 1 tahap pada reaktor, produk reaksi kemudian dipisahkan pada flash drum, dan kemudian diserap dengan air proses pada scrubber. Acetaldehyde terserap kemudian dipisahkan dari bahan uap pada kolom distilasi-1 dan kemudian dimurnikan sampai kadar minimal 99,9% pada kolom distilasi-2 sebagai produk akhir acetaldehyde.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 182 orang
Sistem Operasi	: Kontinyu
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 26.893.696.000
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 45.306.570.000
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 72.200.266.000
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 61.663.252.000
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 4.403.444.000
- Steam	= 92.976 lb/hari
- Air pendingin	= 189 M ³ /hari
- Listrik	= 3.960 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 1.368 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 181.226.770.000
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 210.243.754.000
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank BRI)	: 13%
* Internal Rate of Return	: 18,82%
* Rate On Investment	: 20,64%
* Pay Out Periode	: 4,5 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 30%

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 7
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 13
Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 8
Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 9
Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI - 10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI - 14
Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 14
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 17

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Acetaldehyde pertama kali dibuat oleh seorang ahli kimia bernama Scheele yang ditemukan pada tahun 1774 dengan proses dehydrogenasi dari ethyl alkohol dan yang diakui pembuatannya sebagai senyawa baru pada tahun 1800 oleh Foureroy dan Vauguelin. Liebig meyakinkannya sebagai senyawa baru pada tahun 1835 yang dinamakan “aldehyde”. Liebig memberikan nama pada senyawa ini yang berasal dari bahasa latin yang diterjemahkan sebagai alkohol dan dehydrogenated. Pembentukan acetaldehyde dengan penambahan air pada acetylene merupakan hasil penelitian seorang ahli kimia Kutscherow pada tahun 1881. Acetaldehyde pertama kali diperdagangkan sebagai senyawa yang sangat mahal selama perang dunia pertama yang merupakan bahan baku pada proses pembuatan aceton dari asam asetat (Othmer, 1975).

Proses pembuatan acetaldehyde dengan bahan baku ethyl alkohol ini berlangsung hingga tahun 1960. Pada umumnya proses pembuatan acetaldehyde dengan menggunakan ethyl alcohol digunakan di Amerika Serikat dan negara – negara lainnya di benua Amerika. Sedangkan pembuatan acetaldehyde secara komersial untuk negara-negara Eropa pada umumnya dengan menggunakan proses oksidasi pada ethylene dan pada skala kecil dari senyawa hydrocarbon jenuh. Pembuatan dengan cara oksidasi ethylene ini berlangsung sejak tahun 1960. Proses oksidasi langsung pada ethylene merupakan prestasi di bidang



teknologi dari hasil pertemuan pada “Consortium fur Elektrochemische Industrie” merupakan suatu kegiatan keteknikan di Negara Jerman dari organisasi Wacker Chemie pada tahun 1960. Proses oksidasi yang dilakukan oleh Wacker-Chemie dengan menggunakan oksidasi dua stage dan Farbwercke-Hoechst dengan menggunakan oksidasi single stage sehingga proses ini dikenal dengan proses Wacker-Hoechst atau Wacker process. Sejak tahun 1960 pertama kalinya proses oksidasi ethylene dikembangkan secara komersial dengan pendirian pabrik di Negara-negara Eropa. Pabrik yang dikomersilkan pertama kali adalah Celanese Chemical Co. sedangkan di Amerika Serikat berkembang sejak tahun 1962 (Mc.Ketta, 1976).

Acetaldehyde yang ditetapkan oleh IUPAC dikenal dengan nama ethanol dengan rumus kimia CH_3CHO . Acetaldehyde merupakan senyawa intermediate (perantara) yang diperoleh dari pembuatan asam asetat, acetic anhydride, butyl alcohol, butiraldehyde, chloral, pyridine dan turunan lainnya. Pembuatan acetaldehyde ini dapat diperoleh dari proses hydrasi dari acetylene, oksidasi atau dehydrogenasi dari ethyl alcohol dan oksidasi dari senyawa hydrocarbon jenuh atau ethylene. (Mc.Ketta, 1976)

Acetaldehyde secara alamiah merupakan produk perantara dari hasil respirasi tanaman tingkat tinggi. Acetaldehyde sebagian kecil terdapat dalam berbagai jenis buah ranum dengan rasa asem sebelum pemasakan. Kandungan aldehide sebagai bahan yang volatile tercatat dalam chemical index pada pemasakan selama apel disimpan dalam ruangan pendingin. Acetaldehyde juga merupakan produk perantara pada proses fermentasi alcohol, proses ini dengan



segera membentuk alkohol. Proses fermentasi ini berlangsung pada pembuatan wine dan minuman beralkohol lainnya setelah terjadinya kontak dengan udara dengan rasa yang tidak enak. Aldehyde biasanya bereaksi membentuk acetal dan ethyl acetat. Acetaldehyde juga merupakan produk perantara dari pemecahan gula dalam tubuh dimana sebagian kecil terbentuk dalam darah karena pada prinsipnya acetaldehyde merupakan produk beberapa senyawa hydrocarbon dengan proses oksidasi.

I.2. Manfaat

Produk acetaldehyde pada umumnya digunakan secara internal oleh pabrik-pabrik sebagai bahan perantara yang sangat terkenal sebagai bahan pembentuk senyawa kimia organik lainnya. Penentuan distribusi acetaldehyde sangat sulit karena banyaknya konsumsi senyawa ini sebagai produk yang digunakan pada pembuatan senyawa lainnya. Penggunaan acetaldehyde pada berbagai industri antara lain :

- Industri asam asetat
- n-butyl alkohol
- acetic anhydride
- 2-ethylhexanol dan aldol produk
- Pentaerythritol
- Pyridine, chloral dan lain-lain



Kegunaan acetaldehyde selain sebagai bahan baku industri kimia organik lainnya digunakan juga sebagai bahan pengkondensasi produk phenol, sebagai bahan sintesis rubber, sebagai bahan desinfektan, sebagai pembentukan silver pada kaca cermin, untuk proses hardening dry gelatin film pada fotografi, sebagai bahan pencampur perfume, sebagai obat bius, resin sintesis dan komposisi bahan bakar motor. (Sittig 1985, Gosselin *et al.* 1984)

I.3. Aspek Ekonomi

Acetaldehyde sangat penting dalam industri kimia proses. Data kebutuhan dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan tahun 2005-2009 terlihat pada table I.1, sehingga kebutuhan pada tahun 2012 dapat ditentukan dengan metode regresi linier dan penentuan prediksi kapasitas produksi dapat direncanakan.

Tabel I.1. Data Kebutuhan Acetaldehyde di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (ton/th)
2005	6.112
2006	10.442
2007	12.744
2008	14.512
2009	21.115

Sumber : Depperindag

Digunakan metode Regresi Linier (Peters : 760), dengan persamaan :

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

Dengan :

$$a = \bar{y} \quad (\text{rata-rata harga } y : \text{kapasitas})$$

$$\bar{x} = \text{rata-rata harga } x : (\text{tahun})$$

$$b = \frac{S_{x_i y_i} - \frac{S_x S_y}{n}}{S_x^2 - \frac{(S_x)^2}{n}} \quad (n = \text{jumlah data}) \quad (x = \text{tahun})$$



Hasil perhitungan

Data (n)	Tahun (x)	Kebutuhan (ton/th) (y)	xy	x ²
1	2.005	6.112	12254560	4.020.025
2	2.006	10.442	20946652	4.024.036
3	2.007	12.744	25577208	4.028.049
4	2.008	14.512	29140096	4.032.064
5	2.009	21.115	42420035	4.036.081
S	10.035	64.925	130.338.551	20.140.255

Digunakan regresi linier, dengan persamaan : $y = a + b(x - \bar{x})$ (Peters : 760)

Dengan : $a = \bar{y}$ (rata-rata harga y : kapasitas)

$$b = \frac{S_{x_i y_i} - \frac{S_x S_y}{n}}{S_x^2 - \frac{(S_x)^2}{n}} \quad (n = \text{jumlah data}) \quad (x = \text{tahun})$$

Didapat : $a = 12.985$

$$b = \frac{130.338.551 - \frac{10.035 \cdot 64.925}{5}}{20.140.255 - \frac{(10.035)^2}{5}} = 3.408$$

$$\bar{x} = (10.035/5) = 2.007$$

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

$$y = 12.985 + 3.408 (x - 2.007)$$

Berdasarkan metode regresi linier diatas, maka didapat kebutuhan Indonesia pada tahun 2012 adalah sebesar : $y = 12.985 + 3.408 (2012 - 2.007) = 30.023$

» 30.000 ton/th

Kapasitas produksi terpasang = 30.000 ton/th

Kapasitas produksi harian = 30.000 ton/th / 330 hari/th

» ± 90 ton/hari

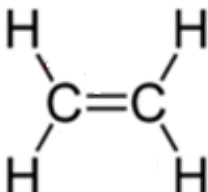
Dengan demikian, maka penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik *acetaldehyde* di Indonesia. Hal ini membantu industri-industri kimia di dalam negeri dalam penyediaan bahan baku dan bila memungkinkan untuk komoditi ekspor yang dapat meningkatkan devisa negara.



I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku :

I.4.A. Ethylene (Wikipedia, Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Ethene
Rumus Molekul	: C ₂ H ₄ (komponen utama)
Rumus Bangun	: 
Berat Molekul	: 28
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tajam
Bentuk	: gas
Specific gravity	: 1,178
Melting point	: -169,2°C (1 atm)
Boiling point	: -103,7°C (1 atm)
Solubility, Cold Water	: 3,5 kg/100 kgH ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, Hot Water	: -

**I.4.B. Oxygen (udara)** (Wikipedia, Chemicalland21, Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Ok-si-jin
Rumus Molekul	: O ₂
Rumus Bangun	: O = O
Berat Molekul	: 32
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: gas
Specific gravity	: 1,268
Melting point	: -218,4°C (1 atm)
Boiling point	: -183°C (1 atm)
Solubility, Cold Water	: 4,89,3 kg/100 kgH ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, Hot Water	: 2,63 kg/100 kgH ₂ O (H ₂ O=100°C)

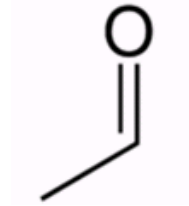
**I.4.C. HCl** (Wikipedia, Chemicaland21, Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Hydrochloric Acid, Spirit of Salt
Rumus Molekul	: HCl
Rumus Bangun	: H – Cl
Berat Molekul	: 36,5
Warna	: tidak berwarna , kekuningan
Bau	: berbau tajam
Bentuk	: Larutan 31%
Specific gravity	: 1,268
Melting point	: -111°C (1 atm)
Boiling point	: -85°C(1 atm)
Solubility, Cold Water	: 82,3 kg/100 kgH ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, Hot Water	: 56,1 kg/100 kgH ₂ O (H ₂ O=60°C)

**Produk :****I.4.D. Acetaldehyde** (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

Nama Lain : Ethanal, Acetic Aldehyde

Rumus Molekul : CH_3CHO (komponen utama)



Rumus Bangun : CH_3CHO

Berat Molekul : 44

Warna : tidak berwarna

Bau : seperti rumput segar

Bentuk : liquid

Specific gravity : 0,873

Melting point : $-123,5^\circ\text{C}$ (1 atm)

Boiling point : $20,2^\circ\text{C}$ (1 atm)

Solubility, Cold Water : -

Solubility, Hot Water : -

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

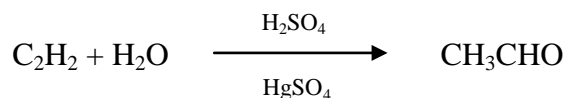
II.1. Tinjauan Proses

Pembuatan acetaldehyde dikenal dengan 3 macam proses yaitu (Mc.Ketta, 1976) :

1. Proses Chisso
2. Proses Oksidasi
3. Proses Dehidrogenasi

1. Proses Chisso

Bahan baku berupa gas acetylene dengan kemurnian 97% diumpankan kedalam reaktor vertikal dan recycle gas yang mengandung 75% acetylene. Di dalam reaktor mengandung larutan katalis garam-garam merkuri (0,2-0,4%), asam sulfat (20-25%), Iron (2-4%), acetaldehyde (1-2%) dan air. Suhu dan tekanan didalam reaktor dikendalikan pada 70°C dan tekanan atmosfer sehingga acetylene terkonversi 55% dengan reaksi sebagai berikut :

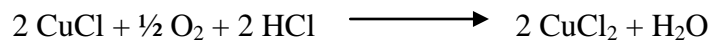
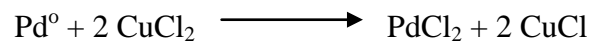
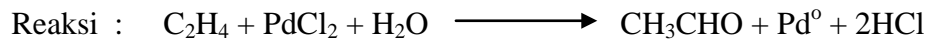


Gas yang keluar dari reaktor selanjutnya didinginkan dan diserap dalam scrubber untuk direcovery crude acetaldehyde. Acetylene yang tidak terecovery selanjutnya ditekan dan diserap dengan scrubber untuk memisahkan acetaldehyde sebelum direcycle ke reaktor. Crude acetaldehyde selanjutnya dipisahkan dalam flasher untuk memisahkan acetaldehyde dengan katalis. Dimana katalis yang terpisah dikembalikan



ke reaktor sedangkan acetaldehyde diumpankan ke kolom distilasi. Di dalam kolom terjadi pemisahan asam asetat dan air.

2. Proses Oksidasi



Proses diatas terdapat 2 cara :

a. satu tahap

Ethylene, oksigen dan gas hasil recycle dimasukkan dalam reaktor vertikal untuk kontak dengan larutan katalis dengan tekanan 3 atmosfer. Gas yang diserap dan larutan acetaldehyde dimasukkan dalam kolom distilasi. Gas yang tidak terserap direcycle kembali ke reaktor.

b. dua tahap

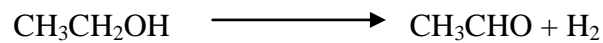
Ethylene dan oksigen (udara) bereaksi dalam fase liquid pada dua tahap. Pada tahap satu hampir semua ethylene bereaksi menjadi acetaldehyde dalam satu aliran pada reaktor plug flow. Reaksi yang terjadi pada reaktor beroperasi pada 125-130° C dan tekanan 10 atm dengan menggunakan paladium dan cupric chloride sebagai katalis. Acetaldehyde dihasilkan dari reaktor pertama dengan flashing adiabatic tower. Larutan katalis direcycle dari flash tower menuju second stage reaktor.



3. Proses Dehydrogenasi

Ethyl alkohol diuapkan dalam vaporizer selanjutnya diumpankan ke reaktor yang berisi katalis chromium atau copper. Reaktor dikendalikan pada suhu 270-290°C dan tekanan atmosfer sehingga alkohol akan terkonsentrasi 30-50% tergantung pada suhu reaksi dan laju aliran alkohol.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gas acetaldehyde, ethanol dan hidrogen didinginkan selanjutnya diserap dalam scrubber dengan menggunakan ethanol. Gas yang keluar selanjutnya diserap dalam scrubber dengan menggunakan air sehingga ethanol dapat dipisahkan sedangkan gas yang tidak terserap dibuang. Larutan acetaldehyde dari scrubber selanjutnya diumpankan ke kolom distilasi untuk dipisahkan. Produk acetaldehyde sebagai produk atas kolom distilasi dapat ditampung sedangkan pada produk bawah ethanol diumpankan ke kolom distilasi untuk proses purifikasi sebelum direcycle ke reaktor.



II.2. Seleksi Proses

Dari berbagai uraian proses pembuatan Acetaldehyde di atas dapat dilihat keuntungan dan kerugian dari masing – masing proses. Pada proses oksidasi satu tahap berlangsung dalam tekanan 3 atm. Sedangkan proses oksidasi dua tahap berlangsung dalam tekanan 10 atm. Alat yang digunakan dan bahan baku yang di perlukan dalam proses oksidasi 1 tahap lebih sedikit dibanding oksidasi 2 tahap.

Parameter	Nama Proses		
	Chisso	Oksidasi	Dehydrogenasi
Bahan Baku	Acetylene	Ethylene	Ethanol
Bahan pembantu	H ₂ O	Udara / O ₂	-
Tekanan Operasi	1 atm	3 – 10 atm	3 – 10 atm
Suhu Operasi	70°C	125-130°C	270-290°C
Waktu Operasi	kontinyu	kontinyu	kontinyu
Instalasi Peralatan	sederhana	Kompleks	Kompleks
Yields produk	55%	95%	95%

Dari tinjauan proses pembuatan acetaldehyde diatas, maka dapat kami simpulkan bahwa proses yang dipilih adalah proses oksidasi 1 tahap dengan faktor pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat dan tidak tergantung pada kondisi alam, dimana di Indonesia merupakan penghasil gas ethylene.
- Investasi lebih ekonomis mengingat bahan pembantu tidak mahal.
- Proses yang digunakan lebih sederhana dan lebih cepat.
- Investasi lebih ekonomis, mengingat instalasi peralatan yang sederhana.
- Yields produk cukup besar, mencapai 95%.



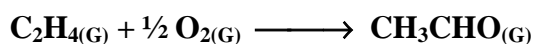
II.3. Uraian Proses

Pada pra rencana pabrik ini, dapat dibagi menjadi 3 Unit pabrik, dengan pembagian unit sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. Unit Pengendalian Bahan Baku | Kode Unit : 100 |
| 2. Unit Proses | Kode Unit : 200 |
| 3. Unit Produk | Kode Unit : 300 |

Adapun uraian proses pembuatan acetaldehyde dengan proses oksidasi 1 tahap adalah sebagai berikut : Pertama-tama gas ethylene dari tangki F-110 dipanaskan pada heater E-111 sampai dengan suhu 120°C dan kemudian dihembuskan ke bagian bawah reaktor R-210 melalui sparger. Udara bebas kemudian dihembuskan dengan blower G-112 dan kemudian dipanaskan pada heater E-113 sampai suhu 120°C untuk kemudian diumpankan pada bagian bawah reaktor melalui sparger.

Pada reaktor R-210 terjadi reaksi oksidasi ethylene menjadi acetaldehyde dengan bantuan larutan katalis HCl dan Pd-Cl dari regenerator Q-131. Adapun reaksinya sebagai berikut :



Yields reaksi = 95% (McKetta : 143)

Produk reaksi berupa campuran gas acetaldehyde kemudian diumpankan ke flash drum D-211 untuk proses pemisahan. Pada flash drum D-211, acetaldehyde dipisahkan dari larutan katalis, dimana larutan katalis sebagian diumpankan ke regenerator Q-131 untuk proses regenerasi dan sebagian direcycle kembali ke reaktor sebagai larutan katalis, sedangkan campuran gas kemudian dialirkan ke kolom scrubber D-220. Larutan katalis HCl dan Pd-Cl diregenerasi pada regenerator Q-131



dengan pemanasan pada suhu 150°C dengan penambahan HCl dari tangki F-120 dan katalis Pd-Cl dari silo F-130.

Pada kolom scrubber D-220, gas acetaldehyde diserap dengan penambahan air proses dari utilitas. Gas ethylene yang tidak terserap kemudian sebagian kecil dipurging (dibuang sebagian) dan sebagian besar direcycle kembali ke reaktor R-210 yang sebelumnya ditekan dengan compressor G-223 sampai 3 atm. Acetylene yang terserap kemudian dialirkan ke kolom distilasi-1 yang sebelumnya dipanaskan pada exchanger E-222 sampai dengan suhu boiling point feed $47,82^{\circ}\text{C}$.

Pada kolom distilasi-1 D-230 terjadi proses pemisahan antara acetaldehyde dengan gas ethylene dengan bantuan penyerpan air proses dari utilitas. Distilasi terjadi pada suhu feed $47,82^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 2 atm. Produk atas berupa limbah gas kemudian diumpankan ke flare sebelum dibuang ke udara bebas. Produk bawah berupa larutan acetaldehyde kemudian diumpankan ke kolom distilasi-2 D-240. Pada kolom distilasi-2 D-240 terjadi proses pemisahan antara acetaldehyde dengan limbah cair. Proses distilasi berlangsung pada suhu $52,14^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 1,5 atm. Dimana limbah cair sebelum dibuang, dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan bahan dari kolom distilasi-1, sedangkan produk atas berupa acetaldehyde ditampung sebagai produk akhir pada tangki F-310.